



Análisis de resultados físicos y económicos de dos alternativas de manejo del pastoreo y la suplementación en un sistema de producción lechera

Graciela Liliana¹, José Luis Rossi, Alejandra Acosta, Francisco García Nero

Universidad de Buenos Aires, Argentina

Analysis of economic and physical results of two grazing management alternatives and supplementation in a milk production system

ABSTRACT. The present study compared the productive and economic results of two grazing management alternatives (A1 and A2) in a dairy farming operation during the autumn-winter season. In A1 the diet provided, in theory, 17% of its dry matter (DM) as grazed herbage (*Lolium multiflorum*), and 83% as a combined supplement (maize silage, maize grain, cottonseed and commercial concentrate) and grazing occurred daily from 8:30 to 14:30 h; in A2 the corresponding percentages were 48 and 52 and grazing was from 11:00 to 17:00 h. Eighty first-lactation Argentine Holstein cows (500 ± 30 kg liveweight), grazed in two groups in different paddocks. Chemical composition of the herbage on offer was determined, as was animal behavior at pasture and herbage intake. Milk production and composition and economic returns above feed costs were evaluated. Relative to A1, A2 herbage showed higher percentage content of soluble carbohydrate (CHS; 14.5 ± 3.4 vs 22.1 ± 6.9) and lower crude protein (CP; 22.2 ± 1.9 vs 20.9 ± 1.0), thus a lower CP/CHS ratio (1.6 ± 0.4 vs 1.0 ± 0.2). Cows managed under A2 consumed less supplement and total DM, but slightly more estimated metabolizable energy by virtue of greater daily herbage intake (4.4 ± 0.8 vs 8.7 ± 1.0 kg MS). This group also dedicated a greater proportion of time to grazing than A1 cows and achieved higher daily milk yield (23.7 vs 26.4 L). Also in A2 the economic return was 26% and 11.5% higher per cow and per litre of milk, respectively. The results favor A2 over A1 and suggest that milk yield could be increased and feed costs reduced in the autumn-winter season by use of this alternative.

Key words: Consumption, Dairy system, Hours at pasture, Management, Productive performance, Supplementation level

RESUMEN. En este estudio se comparó los resultados productivos y económicos de dos alternativas de manejo del pastoreo (A1 y A2) en un sistema de producción lechera durante el período otoño-invernal. En la A1 la dieta proveyó, en teoría, 17% de su materia seca (MS) en forma de forraje fresco (*Lolium multiflorum*) pastoreado y 83% en forma de un suplemento combinado (ensilaje de maíz, granos de maíz, semilla de algodón y concentrado comercial) y el pastoreo tuvo lugar diariamente de 8:30 a 14:30 h; en A2 los porcentajes correspondientes fueron 48 y 52 y el pastoreo ocurrió de 11:00 a 17:00 h. Ochenta vacas primíparas Holando - Argentinas (500 ± 30 kg de peso) en dos rodeos pastorearon en distintas parcelas. Se determinó la composición química del forraje fresco en oferta y también el comportamiento animal a pastoreo y el consumo forrajero prátense. Se evaluó la producción y composición de la leche y el retorno económico por encima de los costos de alimentación. Relativo a A1, el forraje fresco de A2 mostró mayor contenido porcentual de carbohidratos solubles (CHS; $14,5 \pm 3,4$ vs $22,1 \pm 6,9$) y menor de proteína (PB; $22,2 \pm 1,9$ vs $20,9 \pm 1,0$), y por lo tanto, una menor razón CP/CHS ($1,6 \pm 0,4$ vs $1,0 \pm 0,2$). Las vacas sometidas a A2 consumieron menos suplemento y MS total, pero levemente más energía metabolizable estimada en virtud de mayor consumo diario de forraje fresco ($4,4 \pm 0,8$ vs $8,7 \pm 1,0$ kg MS). Este grupo dedicó una mayor proporción de su tiempo en las parcelas a la actividad ingestiva que las vacas A1 y alcanzó mayor producción diaria de leche (23,7 vs 26,4 L). Además, la

¹ Recibido: 2014-08-14. Aceptado: 2015-10-20

Autor para la correspondencia, e-mail: acostagr@agro.uba.ar



A2 arrojó superiores retornos económicos por márgenes de 26% (por vaca) y 11% (por litro de leche). Estos resultados favorecen la A2 sobre la A1 y sugieren la posibilidad de incentivar la producción lechera y reducir los costos de alimentación en el período otoño-invernal mediante el uso de esta alternativa.

Palabras clave: Consumo, Desempeño productivo, Horario de pastoreo, Manejo, Nivel de suplementación, Sistema lechero

Introducción

El forraje pastoreado es el alimento base y más económico de los sistemas de producción lechera en la región pampeana de Argentina (Alvarez *et al.*, 2006). Sin embargo, la estacionalidad en la oferta de forraje y los cambios de su calidad a lo largo del año justifican la necesidad de recurrir al uso de diferentes suplementos con el fin de asegurar la satisfacción de los requerimientos nutricionales del rodeo (Elizalde, 1990).

Los forrajes otoñales presentan bajos tenores de materia seca (MS) y carbohidratos solubles (CHS), pero buena proporción de proteína (Soca *et al.*, 1999). Este bajo contenido de MS limita el consumo de forraje y origina un rápido llenado ruminal, atribuible al alto contenido de agua intracelular del forraje (Cabrera Estrada *et al.*, 2004). Bajo estas condiciones y con una alta proporción de forraje en la dieta, la producción otoñal de leche sería baja y limitaría el uso del pastoreo como estrategia para alcanzar altas producciones individuales en esta época del año.

En los forrajes, la concentración de MS y CHS aumenta a lo largo del día debido a un proceso de

pérdida de humedad y acumulación de fotosintatos (Chilibroste, 2002); consecuentemente, el predominio del pastoreo durante horas de la tarde puede modificar la respuesta de los animales a la mayor concentración energética de las pasturas hacia el fin del día. Esto podría considerarse un intento por obtener la mayor cantidad de alimento posible antes del atardecer considerando que usualmente el pastoreo concluye al caer la noche (Barrett *et al.*, 2001). Bajo estas condiciones sería factible mejorar la producción de leche durante el período otoño-invernal dilatando el inicio del pastoreo hacia horas de la tarde con el fin de asegurar un alto consumo de forraje; adicionalmente, si estos argumentos se cumplen podría reducirse la oferta de suplemento en la dieta disminuyendo el costo de alimentación del rodeo.

El objetivo de este trabajo fue comparar los resultados físicos y económicos de dos alternativas de manejo definidas por dos horarios de pastoreo y dos dietas, en vacas lecheras durante el período otoño-invernal.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en un tambo comercial ubicado en el partido de Trenque Lauquen, en la provincia de Buenos Aires ubicado a 35° 58' latitud sur y 62° 44' longitud oeste. Se utilizaron 80 vacas primíparas en ordeño de la raza Holando-Argentino con un peso vivo de aproximadamente 500 ± 30 kg con 70 ± 5 días de lactancia al inicio del ensayo, que se ordeñaron dos veces por día. El rodeo se dividió al azar en dos grupos que se manejaron separados durante todo el período experimental. Cada grupo tuvo acceso a un verdeo de *Lolium multiflorum* L. ofrecido en parcelas diarias cuya superficie varió según la oferta de forraje al inicio del pastoreo.

Dos alternativas de manejo fueron evaluadas en dos períodos de mediciones. Cada alternativa de manejo consistió en una combinación de horario de pastoreo y dieta, consistente en una proporción diferente de forraje y suplemento. Se formularon ambas dietas según el NRC (2000) con el fin de cubrir los requerimientos nutricionales de los

animales según su peso vivo, nivel de producción y estado fisiológico.

La primera alternativa de manejo (A1) consistió en el pastoreo de raigras entre las 8:30 y 14:30 h., y en una dieta compuesta por 17% de forraje fresco (3,0 kg MS de raigras) y 83% de suplementos (4,9 kg MS de ensilaje de maíz, 2 kg MS de grano de maíz, 1,8 kg MS de semilla de algodón y 5,4 kg MS de un balanceado comercial). La segunda alternativa de manejo (A2) consistió en el pastoreo del verdeo entre las 11:00 y 17:00 h. y en una dieta compuesta por 48% de forraje (7,5 kg MS de raigras) y 52% de suplementos (1,9 kg MS de ensilaje de maíz, 1,6 kg MS de grano de maíz, 2,7 kg MS de semilla de algodón y 2 kg MS de un balanceado comercial). En ambas alternativas de manejo el suplemento fue suministrado luego de cada ordeño en comederos y totalmente consumido. Se estableció que la asignación forrajera diaria de verdeo por vaca duplicara el consumo esperado de forraje (A1 6 kg

vs A2 15 kg MS día⁻¹; NRC, 2000). Después del ordeño de la tarde los animales de ambos rodeos fueron a un potrero de encierre con suministro de agua hasta el día siguiente. El primer período de medición fue entre el 23 de mayo y el 6 de junio y el segundo entre el 20 de junio y el 3 de julio. Las mediciones se realizaron durante tres días consecutivos y fueron precedidas por un período de 12 días de adaptación al manejo y dieta aplicados en cada tratamiento. Las variables evaluadas se describen a continuación.

Disponibilidad de forraje

Se estimó por cortes diarios, pre y post pastoreo sobre diez unidades de muestreo de 0.09 m² cada una, ubicadas al azar en cada parcela a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo. El material cortado se secó en estufa a 60 °C durante 48 h. Estas muestras fueron utilizadas para realizar posteriormente los análisis químicos.

Composición química del forraje

Sobre el material diariamente ofrecido al inicio del pastoreo se determinó el contenido de MS a través del cociente entre el peso seco y el peso húmedo; proteína bruta (PB) por el método semi-micro Kjeldhal ($N \times 6.25$); fibra detergente ácido (FDA) según Goering y Van Soest, 1970) y CHS por la reacción de antrona según Yemm y Willis, 1954).

Comportamiento del animal en pastoreo

Se observó visualmente la actividad individual de seis animales de cada grupo a intervalos de 5 min durante el período de pastoreo comprendido entre el ordeño de la mañana y el de la tarde. Se identificó la actividad observada como pastoreo, rumia o descanso. Los animales observados dentro de cada grupo fueron seleccionados considerando similar estado fisiológico y nivel de producción (Mayne *et al.*, 1997).

Consumo aparente de forraje y eficiencia de pastoreo

El consumo diario de forraje se estimó como diferencia entre la disponibilidad forrajera pre y post pastoreo (Le Du y Penning, 1982 y Allen *et al.*, 2011).

Producción y Composición de la leche

Se evaluó al final de cada período (tercer día de medición), por recolección de muestras individuales

de leche de animales identificados (los mismos animales en ambos períodos). La producción de leche de cada animal se midió mediante el uso de lactómetros. La composición de la leche se evaluó en una alícuota (30 mL) de muestras individuales compuestas (ordeño de la mañana y de la tarde), determinándose por el sistema de infrarrojo (Milkoscan), el contenido de grasa butirosa (GB) y proteína (P). Se calculó la producción diaria de proteína y grasa butirosa por vaca a partir de los datos de producción y composición de la leche.

Energía Metabolizable del forraje (EM)

El cálculo teórico partió del valor convencional de energía bruta (EB) del forraje (4.4 Mcal EB/kg MS), a ese valor se lo transformó en energía digestible (ED) multiplicándolo por el valor de digestibilidad calculado por el modelo de Minson (1982), a través de la FDA: Digestibilidad = $108,1 - 1,21 \times \text{FDA}$. Luego se convirtió la ED en energía metabolizable (EM) considerando el 18% de pérdidas por orina y gases (NRC, 2000).

Variables económicas

La información de referencia para estimar el costo de alimentación, precio de la leche y tipo de cambio se obtuvieron de la revista *Márgenes Agropecuarios* del mes de julio 2014. El costo de alimentación se estimó considerando el costo de cada componente de la dieta suministrada en cada período, multiplicando el valor de cada alimento por la cantidad consumida. Se calculó el ingreso por vaca como el producto entre la producción de leche y el precio de venta por litro. El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo factorial 2×2 entre alternativas de manejo y períodos de medición. Los datos se sometieron a un análisis de varianza utilizando el programa *Statistic* 3.5. Las franjas diarias constituyeron las unidades experimentales ($n = 6$) para el estudio de las variables disponibilidad, consumo, eficiencia de pastoreo y composición química del forraje. Los animales fueron las unidades experimentales ($n = 12$) para el estudio de comportamiento y producción y composición de la leche.

Resultados

Para todas las variables evaluadas, no hubo interacción significativa entre alternativas de manejo y períodos de medición, por lo tanto los resultados se presentan como promedio de los dos períodos de A1 y A2.

La oferta de dieta total fue mayor en A1 que en A2 (17,1 vs 15,7 kg MS), sin embargo la oferta total de EM fue similar (A1 = 42,0 vs. A2 = 41,8 Mcal/d) (Cuadro 1).

La asignación diaria de forraje por vaca fue 6,5 kg MS mayor en A2 que en A1 ($p = 0,0013$; Cuadro 2) y justificó el mayor consumo de forraje en A2 ($p = 0,0001$). En ambas alternativas de manejo el suplemento ofrecido se consumió totalmente, es decir que cada vaca consumió diariamente 14,1 y 8,2 kg MS de suplemento (Cuadro 1) más 4,4 y 8,7

Cuadro 1. Composición de la dieta de vacas lactando sometidas a dos alternativas de manejo de una pastura de raigras durante el período otoño-invernal

	Alternativa de manejo					
	A1			A2		
	Kg MS	%	Mcal EM	Kg MS	%	Mcal EM
Raigras	3,0	17,5	8,2	7,5	47,7	20,6
Silo de maíz	4,9	28,6	11,7	1,9	12,1	4,5
Grano de maíz	2,0	11,7	6,0	1,6	10,1	4,8
Semilla de algodón	1,8	10,5	5,2	2,7	17,2	7,8
Balanceado comercial	5,4	31,5	10,8	2,0	12,7	4,0
Total suplemento	14,1	82,4	33,7	8,2	52,2	21,1
Total dieta	17,1	100,0	42,0	15,7	100,0	41,8

Nota: Pastoreos realizados predominantemente por la mañana (A1) o por la tarde (A2);

MS: Materia Seca; %: Porcentaje; EM: Energía Metabolizable.

kg MS de forraje (Cuadro 2), en consecuencia el consumo diario total fue 18,5 y 16,9 kg MS en A1 y A2 respectivamente.

Las muestras de forraje recolectadas antes del pastoreo indicaron que el contenido de MS del forraje ofrecido fue similar entre alternativas de manejo ($p = 0,7866$); sin embargo, el contenido de CHS del forraje fue en A2 52% mayor que en A1 ($p = 0,0372$).

Los contenidos de FDA y PB en A2 tendieron a estar por debajo de los valores medidos en A1 ($p = 0,1613$ y $0,1574$). La relación PB/CHS fue en A1 mayor que en A2 ($p = 0,0073$; Cuadro 2).

En A1 los animales destinaron 195 min al pastoreo, tiempo que resultó inferior a los 267 min registrados en A2 ($p = 0,0001$); por el contrario, los animales casi duplicaron el tiempo de descanso en

Cuadro 2. Características del forraje ofrecido, consumo y comportamiento de vacas lactando sometidas a diferentes alternativas de manejo de una pastura de raigras durante el período otoño-invernal.

	Alternativa de manejo				EE	P
	A1		A2			
Asignación y consumo aparente de materia seca						
Asignación forraje (kg MS d ⁻¹)	9,4	±2,4	15,9	±1,5	1,5	0,0013
Consumo forraje (kg MS d ⁻¹)	4,4	±0,8	8,7	±1,0	0,5	0,0001
Consumo suplemento (kg MS d ⁻¹)	14,1		8,2			
Características químicas del forraje ofrecido						
MS (g kg ⁻¹)	16,9	±3,2	17,6	±3,4	1,9	0,7866
CHS (g kg ⁻¹)	14,5	±3,4	22,1	±6,9	3,1	0,0372
FDA (g kg ⁻¹)	28,5	±8,4	22,7	±3,6	3,7	0,1613
PB (g kg ⁻¹)	22,2	±1,9	20,9	±1,0	0,9	0,1574
PB/CHS	1,53	±0,4	0,95	±0,2	0,2	0,0073
EM (Mcal /kg MS)	2,65		2,90			
Comportamiento animal						
Pastoreo (min)	195	±26	267	±43	14,4	0,0001
Descanso (min)	159	±19	83	±42	13,3	0,0001
Rumia (min)	7	±8	6	±8	3,2	0,7434

Nota: Pastoreos realizados predominantemente por la mañana (A1) o por la tarde (A2);

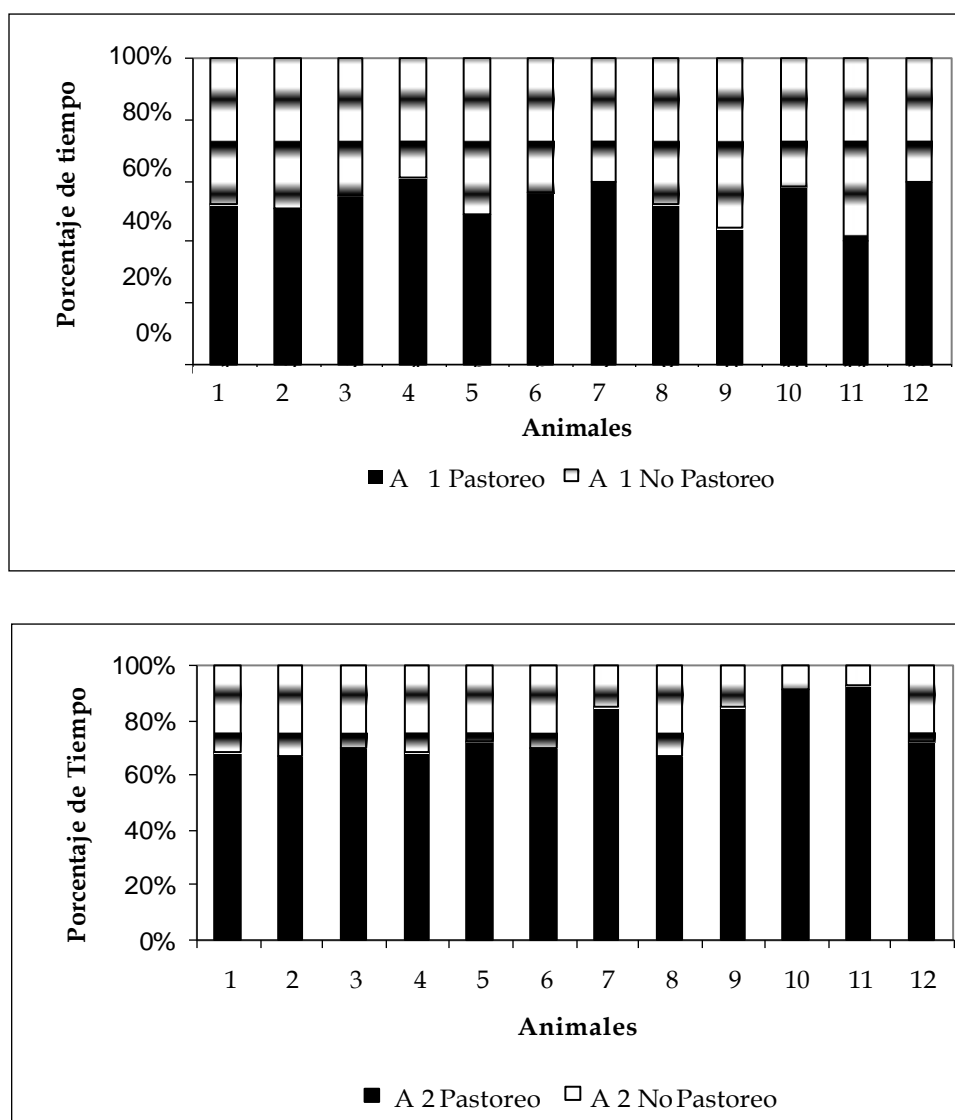
MS: Materia seca; CHS: Carbohidratos Solubles; FDA: Fibra Detergente Ácido; PB: Proteína Bruta; PB/CHS: Relación Proteína Bruta – Carbohidratos Solubles; EM: Energía Metabolizable; EE: error estándar; p: probabilidad

A1 en comparación con A2 ($p = 0,0001$; Cuadro 2 y Figura 1), mientras el tiempo empleado en actividades de rumia fue similar entre alternativas (7 y 6 min para A1 y A2; $p = 0,7434$).

La producción de leche por vaca fue 2,7 L d⁻¹ mayor en A2 ($p = 0,0016$; Cuadro 3), aunque se observó mayor concentración de GB y P en A1 que en A2 (0,8 g kg⁻¹; $p = 0,0001$ y 0,2 g kg⁻¹; $p = 0,001$ respectivamente). Como resultado la producción

diaria de GB por vaca fue 0,12 kg d⁻¹ mayor en A1 que en A2 ($p = 0,0263$), pero la producción de P fue 0,04 kg d⁻¹ menor en A1 que en A2 ($p = 0,0412$; Cuadro 3).

El costo diario de alimentación por vaca fue en A1, 44% mayor que en A2 (2,44 vs 1,69 US\$). Esta diferencia creció al 61% cuando el costo se expresó por litro de leche producido (0,103 US\$ en A1 vs. 0,064 US\$ en A2) (Cuadro 4).



(Tiempo No Pastoreo = Tiempo Rumia +Tiempo Descanso).

Figura 1. Comportamiento en pastoreo de las vacas lactando sometidas a dos alternativas de manejo de una pastura de raigrass sobre el período otoño-invernal.

Cuadro 3. Producción de leche y sólidos de vacas lactando sometidas a dos alternativas de manejo de una pastura de raigras durante el período otoño-invernal.

una pastura de raigras durante el período otoño-invernal.						
	Alternativas de Manejo				EE	P
	A1		A2			
Producción de leche y sólidos						
Leche (L d ¹)	23,7	±1,9	26,4	±1,7	0,80	0,0016
GB (kg d ¹)	0,94	±0,1	0,82	±0,1	0,05	0,0263
Proteína (kg d ¹)	0,78	±0,1	0,82	±1,9	0,03	0,0412
Concentración de sólidos						
GB (g kg ⁻¹)	3,9	±0,5	3,1	±0,4	0,20	0,0001
Proteína (g kg ⁻¹)	3,3	±0,1	3,1	±0,1	0,04	0,0010

Nota: Pastoreos realizados predominantemente por la mañana (A1) o por la tarde (A2);

GB: Grasa butirosa; EE: error estándar; p: probabilidad.

Cuadro 4. Comparación del costo de alimentación de vacas lactando sometidas a dos alternativas de manejo de una pastura de raigras durante el período otoño-invernal.

		Alternativas de manejo					
		A1			A2		
		Consumo	Costo		Consumo	Costo	
Alimento	Precio US\$ t ⁻¹	kg vaca ⁻¹	US\$ vaca ⁻¹	US\$ L ⁻¹	kg vaca ⁻¹	US\$ vaca ⁻¹	US\$ L ⁻¹
Raigras	47	4,4	0,21	0,009	8,7	0,41	0,015
Ensilaje de maíz	87	4,9	0,43	0,018	1,9	0,16	0,006
Grano de maíz	167	2,0	0,33	0,014	1,6	0,27	0,010
Semilla de algodón	153	1,8	0,28	0,012	2,7	0,41	0,016
Balanceado comercial	220	5,4	1,19	0,050	2,0	0,44	0,017
Total		18,5	2,44	0,103	16,9	1,69	0,064

Precio Leche: 0.375 US\$ L⁻¹

Rendimiento del cultivo de raigras: 8 t MS ha⁻¹; rendimiento del ensilaje de maíz: 14 t MS ha⁻¹; en los cálculos económicos se presumió similar eficiencia de utilización del forraje ofrecido en ambas alternativas

Discusión

El consumo total por vaca fue 18,5 y 16,9 kg MS con A1 y A2 respectivamente; sin embargo, el consumo de EM fue 2,6% mayor en A2 debido a un mayor consumo de forraje (+ 4,3 kg MS) y su aporte de energía (11,66 vs 25,23 Mcal d⁻¹) Cuadro 2). La mayor concentración de energía por unidad de MS del forraje pastoreado en A2 se sustenta en el menor valor de FDA y consecuente mayor digestibilidad calculada (Minson 1982). La tendencia a disminuir el contenido de fibra en horas más avanzadas del día, atribuida a un efecto de dilución, es coincidente con la encontrada por Delagarde *et al.*, (2000) en *Lolium perenne*, de caída del 2,5% desde la mañana al atardecer. También Fisher *et al.*, (2002) observaron en heno de alfalfa cortado a la tarde una disminución del 5%.

La leve tendencia a mayor contenido de MS del forraje en A2 (Cuadro 2), estaría relacionada con las observaciones de Gagliostro (2000) y Orr *et al.*,

(2001), que durante la mañana el forraje tiene menor contenido de MS que por la tarde. Sin embargo las pequeñas diferencias observadas no fueron significativas entre manejos en el presente estudio. Si bien es conocido que el contenido de MS afecta el consumo de forraje (Gibb *et al.*, 1998) y menores consumos de forraje pueden esperarse con contenidos de MS del 14 y 18% (Gagliostro, 2000), el consumo aparente de forraje por vaca fue superior al planificado en ambos tratamientos. Esta diferente respuesta puede atribuirse a que diariamente el forraje solo alcanzó valores de 0,9 y 1,7% del peso vivo en A1 y A2 debido a la proporción de suplemento utilizado. Por el contrario, los autores citados trabajaron con consumos diarios de forraje mayores al 2% del peso vivo.

En cuanto a la proporción de PB, los resultados concuerdan con lo observado por Chilibraste *et al.*, (2001), de no existir un patrón de variación diurna en el contenido de nitrógeno del forraje. El mayor

contenido de CHS del forraje en A2 (Cuadro 2), es coincidente con Delagarde *et al.*, (2000), Orr *et al.*, (2001) y Griggs *et al.*, (2005), de una mayor concentración al final del día. Estos resultados sostienen que el principal cambio en la composición química a lo largo del día se debe al incremento de los productos de la fotosíntesis los cuales conducen a una dilución en el contenido de fibra o proteína o de ambos (Delagarde *et al.*, 2000). El contenido de CHS del forraje es la principal fuente de energía en el rumen (Rutter *et al.*, 2004) y contribuye a mejorar la utilización del nitrógeno y la síntesis de proteína microbiana.

Considerando que la diferencia en el contenido de PB del forraje fue pequeña y no significativa entre manejos (Cuadro 2) la menor relación PB/CHS en A2 (Cuadro 2) se explica por los mayores porcentajes de CHS observados por la tarde. La relación PB/CHS del forraje tiene implicancias en el desempeño productivo del animal (Cosgrove y Edwards, 2007). Una alta relación produce un desbalance de nutrientes a nivel ruminal que afecta el tipo y la cantidad de metabolitos disponibles para el rumiante con un efecto negativo sobre la eficiencia de utilización de los nutrientes absorbidos (Gagliostro, 2000). Debido al gran impacto que ejerce un cambio en la relación PB/CHS sobre la digestión y el metabolismo del rumen (Dove, 1996), esta relación fue propuesta como una señal metabólica asociada con la saciedad y el consumo (Cosgrove y Edwards, 2007). Podría constituir una posible causa del diferente comportamiento de las vacas pastoreando en cada tratamiento (Figura 1).

El mayor tiempo de pastoreo en A2 (Figura 1) se relaciona con el mayor consumo aparente de forraje medido, la mejora en la calidad del forraje ofrecido y la mayor proporción de forraje en la dieta (Cuadro 2). Ese mayor tiempo de pastoreo en A2 podría relacionarse también con las observaciones de Orr *et al.*, (2001), Barrett *et al.*, (2001) y Chilbroste (2002), de una predominancia de la sesión de pastoreo de la tarde sobre la de la mañana en vacas lecheras, debido a los cambios en la composición química del forraje durante el día, que tendrían efecto sobre la preferencia de los animales. Varios autores han observado que vacas y ovejas prefieren forrajes con alto contenido de CHS, cosechado por la tarde Burns *et al.*, (2005) y Acosta *et al.*, (2005).

En A1 el alto nivel de suplemento consumido (76% de la dieta; Cuadro 2) deprimió el consumo de forraje y redujo el tiempo total de pastoreo (sustitución). Soca *et al.*, (2001) también encontraron que el aumento en el nivel de suplemento redujo el tiempo de pastoreo.

La tasa ingestiva del forraje pastoreado (kg MS por hora) estimada a partir de la relación entre el consumo medio por vaca y el tiempo de pastoreo efectivo (Cuadro 2) fue 44% mayor en A2 que en A1 (1,35 vs. 1,95). Además en A2 las vacas estuvieron efectivamente pastoreando el 74% del tiempo total de permanencia en la parcela (6 h) mientras que en A1 solo fue el 54%, lo que resultó en desplazamiento del tiempo de descanso. Estos resultados son consonos con los observados en un trabajo previo realizado por los mismos autores (Acosta *et al.*, 2009).

En A2 las vacas recibieron menos suplemento que en A1, y considerando que la mitad del suplemento total se ofreció luego de cada ordeño podría interpretarse que al momento de ingresar a la parcela el estado de saciedad de las vacas en A1 fue mayor que en A2. Esto podría constituir una motivación adicional para pastorear en A2, que resultó en tasas de consumo superiores (Chilbroste *et al.*, 2007). Parecería lógico que una mayor tasa de consumo podría relacionarse con el llenado más rápido del rumen y el cese anticipado de la actividad de pastoreo, sin embargo las vacas en A2 dedicaron más tiempo a pastorear y lo hicieron agresivamente como indica la mayor tasa de consumo promedio estimada. La mejora observada en calidad del forraje ofrecido en horas de la tarde determinada por el aumento en la concentración de CHS y disminución de la relación PB/CHS en A2 (Cuadro 2) parecería ser el principal factor que contribuyó al mayor consumo de forraje. Cosgrove y Edwards (2007) sugirieron que las vacas anticipan las fluctuaciones diarias en la calidad de la pastura, capacidad que permite que modifiquen su patrón diario de actividad, extendiendo el pastoreo durante horas de la tarde para maximizar el consumo de nutrientes.

En A2 las vacas consumieron más forraje con una composición química balanceada y produjeron más leche que en A1 (+ 11,4%). La mayor producción de leche en A2 diluyó la concentración de GB y P. Si bien esto resultó en menor producción de GB por vaca (-14%) la producción de P fue 6% mayor en A2 (Cuadro 3).

Para estimar el beneficio económico promedio por vaca y por litro de leche producido se consideró que todos los costos involucrados fueron similares entre alternativas excepto el gasto en alimentación. Consecuentemente en A1 el valor de la mayor cantidad de suplemento utilizado elevó el costo por vaca y por litro. Del mismo modo se consideró que el precio por litro de leche pagado por la industria fue el mismo en los dos tratamientos, en

consecuencia el mayor ingreso económico por vaca en A2 se debió a la mayor cantidad de litros producidos en dicho tratamiento. El beneficio económico por vaca en A2 fue 37% mayor que en A1 por mayor producción de leche e ingreso, y menor gasto de alimentación al usar una mayor proporción

de forraje (24% de forraje en A1 y 51% en A2). El beneficio económico por litro fue 23% mayor en A2 que en A1. También Peyraud y Delaby (2001) concluyeron que el uso prioritario de pasturas en la alimentación de vacas lecheras resulta en un sistema de alimentación de bajo costo.

Conclusiones

Teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por la imposibilidad de separar los efectos de la dieta y el horario de pastoreo se concluye que: (1) los cambios que se producen en la composición química del forraje de una pastura de raigras anual a lo largo del día pueden ser aprovechados al atrasar el inicio del pastoreo a horas de la tarde; además; (2) esta

estrategia permitió mantener altos niveles de producción de leche utilizando una dieta de menor costo con alta proporción de forraje durante el período otoño-invierno. Con estas opciones se mejoró el beneficio económico logrado expresado por vaca y por litro producido.

Literatura Citada

- Acosta, G., A. Acosta y A. Ayala Torales. 2005. Cambios en la calidad nutricional y en el consumo de forraje de primavera cortado en la mañana y en la tarde. *Rev. Arg. Prod. Anim.* (Supl. 1) 25: 12.
- Acosta, G., J. L. Rossi, A. Ayala Torales, and A. Acosta. 2009. Delaying the time of morning grazing improves milk production in winter. *Proc.NZ Soc. Anim. Prod.* 69:46-50.
- Allen V. G., C. Batello, E. J. Berretta., J. Hodgson., M. Kothmann, X. Li, J. McIvor, J. Milne, C. Morris, A. Oeters, and M. Sanderson. 2011. An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass. Forage Sci.* 66:2-28.
- Alvarez, H., L. Bichio, M. Pesce, C. Cangiano, y J. Galli. 2006. Producción de leche bovina con distintos niveles de asignación de pasturas y suplementación energética. *Cien. Invest. Agraria* 33:99-107.
- Barrett, P., A. Laidlaw, C. Mayne, and H. Christie. 2001. Pattern of herbage intake rate and bite dimensions of rotationally grazed dairy cows as sward height declines. *Grass. Forage Sci.* 56: 362.
- Burns, J., H. F. Mayland, and D. Fisher. 2005 Dry matter intake and digestion of alfalfa harvested at sunset and sunrise. *J. Anim. Sci.* 88: 262.
- Cabrera Estrada, J., R. Delagarde, P. Faverdin, and J. L. Peyraud. 2004. Dry matter intake and eating rate of grass by dairy cows is restricted by internal, but no external water. *Anim. Feed Sci. Technol.* 114:59.
- Chilibroste, P. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño-invernal. In: X Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría. (Ed.) Centro Médico Veterinario, Paysandú. Uruguay.
- Chilibroste, P., D. Mattiuda y M. Bruni. 2001. Efecto de la duración de la sesión de pastoreo y la inclusión de una fuente de fibra larga, sobre la producción y composición de la leche de vacas Holstein pastoreando avena (*Avena sativa*) *Rev. Arg. Prod. Anim.* (Supl. 1) 21: 73.
- Chilibroste, P., P. Soca, D. A. Mattiuda, O. Bentancur, and P. H. Robinson. 2007. Short-term fasting as a tool to design effective grazing strategies for lactating dairy cattle: a review. *Aust. J. Exp. Agric.* 47:1075-1084.
- Cosgrove, G. and G. Edwards. 2007. Control of grazing intake. In: Rattray, P., Brookes, I., Nicol, A. (Eds.) *Pasture and supplement for grazing animals* NZ Soc. Anim. Prod. Occas. Publ. 14: 61.
- Delagarde, R., J. L. Peyraud, L. Delaby, and P. Faverdin. 2000. Vertical distribution of biomass, chemical composition and pepsin-cellulase digestibility in a perennial ryegrass sward: interaction with month of year, regrowth age and time of day. *Anim. Feed Sci. Technol.* 84: 49.
- Dove, H. 1996. The ruminant, the rumen, and the pasture resource: nutrient interactions in the grazing animal. In: J. Hodgson, and A. W. Illius (Eds.) *Ecology and management of grazing systems*. CAB International, Wallingford, Oxfordshire, U.K. p. 219-246.
- Elizalde, J. 1990. Suplementación con silo de maíz en vacunos en pastoreo de avena, ambiente ruminal y dinámica de la digestión. Tesis M. Ciencia en Producción Animal. Fac. Cs. Agr. UNMDP-EEA INTA Balcarce. 110 p.
- Fisher, D., H. F. Mayland, and J. Burns. 1999. Variation in ruminant preference for tall fescue hays cut at sundown or sunup. *J. Anim. Sci.* 77: 762.
- Fisher, D., H. F. Mayland, and J. Burns. 2002. Variation in ruminant preference for alfalfa hays cut at sunup or sundown. *Crop Sci.* 42: 281.
- Gagliostro, G. 2000. Principios de la nutrición y suplementación de bovinos en pastoreo. Publicación EEA. INTA Balcarce, Área Producción Animal. 108 p.
- Gibb, M., C. Huckle, and R. Nuthall. 1998. Effect of time of day on grazing behavior and intake rate by lactating Friesian cows. *Grass. Forage Sci.* 53: 41.

- Griggs, T., J. MacAdam, H. Mayland, and J. Burns. 2005. Nonstructural carbohydrate and digestibility patterns in orchard grass swards during daily defoliation sequences initiated in evening and morning. *Crop Sci.* 45: 1296.
- Goering, H. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications) Agric. Handbook No. 379 ARS, USDA, Washington, DC.
- Le Du, Y. and P. Penning. 1982. Animal based techniques for estimating herbage intake. In: J. D. Leaver (Ed). *Herbage intake handbook*. Br. Grass. Soc. 37 p.
- Márgenes agropecuarios. 2014. Año 30, 349: 74-75. Julio 2014.
- Mayne, C., D. Mc. Gilloway, A. Cushnahan, and A. Laidlaw. 1997. The effect of sward height and bulk density on herbage intake and grazing behavior of dairy cows. CD.
- Minson, D. 1982. Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. *Nutr. Abstr. Rev. Series B.* 52 (10): 592.
- NRC, 2000. National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. (7th Rev. Ed.). Version, 1.0 (December 2000). Washington, D.C.
- Orr R., S. Rutter, P. Penning, and A. Rook. 2001. Matching grass supply to grazing patterns for dairy cows. *Grass Forage Sci.* 56: 352.
- Peyraud, J. L. and L. Delaby. 2001. Ideal concentrate feed for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Garnsworthy, P. C., and J. Wiseman (Eds.) Nottingham University Press. 203 p.
- Proceeding of the XVIII International Grassland Congress. Session 2: Animal intake and grazing systems, 15-16. Winnipeg. Canada. 1997.
- Rutter, S. M., R. J. Orr, N. H. Yarrow, and R. A. Champion. 2004. Dietary preference of dairy cows grazing ryegrass and white clover. *J. Dairy Sci.* 87:1317-1324.
- Soca, P., P. Chilibraste, and D. Mattiauda. 1999. Effect of the moment and length of the grazing session on: 2. Grazing time and ingestive behavior. In: *Proc. Intl. Symp. Grassland, Ecophysiology, and Grazing Ecology*, Curitiba. Brasil. p. 295.
- Soca, P., H. Gonzalez y H. Manterola. 2001. Estrategia de pastoreo de vacas lecheras bajo diferentes tiempos de acceso al pastoreo y niveles de suplementación. *Rev. Arg. Prod. Anim. (Supl. 1)* 21: 75.
- Yemm, E. and A. Willis. 1954. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochem. J.* 57: 508.